

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-146083

(43)Date of publication of application : 29.05.1998

(51)Int.Cl.

H02P 5/05
H02P 7/05

(21)Application number : 08-294851

(71)Applicant : BROTHER IND LTD

(22)Date of filing : 07.11.1998

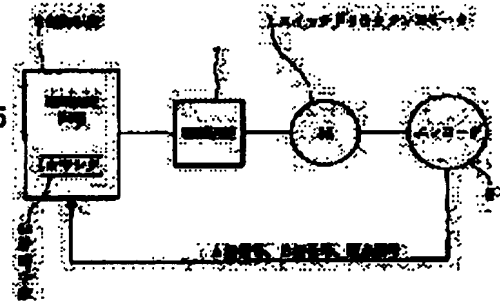
(72)Inventor : YAMASHITA MASAYUKI
KIHIRA KENICHI
DEMURA MAKOTO

(54) CONTROLLER OF SWITCHED RELUCTANCE MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable the drive of a switched reluctance motor without using a magnetic sensor by switching the current flowing to each phase winding, according to the output signal of the encoder signal that a counting means has counted and the excitation signal being made from the resolution of an encoder.

SOLUTION: This controller is provided with an encoder 5 within a switched reluctance SR motor 1, and the A-phase signal in pulse form, the B-phase signal, and the original point signal that the encoder 5 outputs are given to an excitation deciding circuit 6 which is constituted, centering on a microcomputer. The excitation deciding circuit 6 performs current application, based on the excitation signals ϕ_{1-4} , to each phase winding, of an SR motor 1 through a drive circuit 7. Moreover, this excitation deciding circuit 5 incorporates a counter 6a being the up down counter to count, for example, A-phase signal outputted by the encoder 5. Accordingly, the whole can be constituted in small size and besides at low cost.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-146083

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月29日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 2 P 5/05

7/05

識別記号

F I

H 0 2 P 5/00

5 0 1

7/00

5 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-294851

(22) 出願日 平成8年(1996)11月7日

(71) 出願人 000005287

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号

(72) 発明者 山下 正行

名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内

(72) 発明者 紀平 宣一

名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内

(72) 発明者 出村 誠

名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内

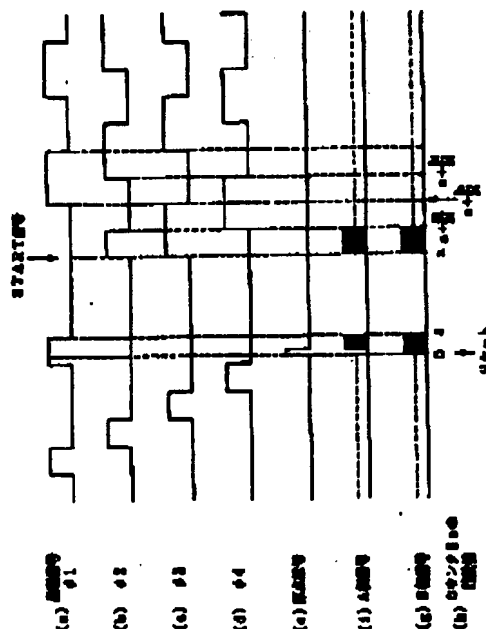
(74) 代理人 弁理士 佐藤 強

(54) 【発明の名称】 スイッチドリラクタンスモータの制御装置

(57) 【要約】

【課題】 スイッチドリラクタンスモータの駆動に必要な励磁信号を磁極センサを用いることなく作成して、制御装置全体を小形化する。

【解決手段】 励磁決定回路は、電源が投入されると4相6極のスイッチドリラクタンスモータの各相巻線に1相ずつ順次過電して、エンコーダの原点信号が入力されてからロータの回転が停止するまでにカウンタによりカウントされたエンコーダのA相信号の出力信号数nを得て、その出力信号数nとエンコーダの分解能mとに基づいて、 $n + k \cdot m / 24$ 毎に励磁する相を切替えるように励磁信号 $\phi 1 \sim \phi 4$ を作成し、2相励磁によってスイッチドリラクタンスモータを駆動する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロータの回転位置に応じて複数相の巻線に流れる電流を切替えることにより駆動されるスイッチドリラクタンスモータを制御するものにおいて、前記ロータの極数と前記巻線の相数との積以上の分解能を有するエンコーダと、

前記エンコーダによって出力されるエンコーダ信号の出力信号数を計数する計数手段と、

前記計数手段が計数した前記出力信号数及び前記エンコーダの分解能に基づいて前記複数相の巻線の通電位相角を示す励磁信号を作成し、その励磁信号に応じて各相巻線に流れる電流を切替える制御手段とを備えたことを特徴とするスイッチドリラクタンスモータの制御装置。

【請求項2】 前記エンコーダは、前記ロータの回転位置の原点信号をも出力する絶対形であり、

前記制御手段は、前記原点信号が出力されると前記計数手段における前記出力信号の計数値をリセットして前記計数手段に計数を開始させ、前記複数相の巻線に1相ずつ順次通電することにより前記ロータを回転させて、前記原点信号が出力された時点から前記ロータが停止するまでに前記計数手段が計数した前記出力信号数及び前記エンコーダの分解能に基づいて前記励磁信号を作成することを特徴とする請求項1記載のスイッチドリラクタンスモータの制御装置。

【請求項3】 前記エンコーダは、前記ロータの回転位置の原点信号を出力する時点が予め特定可能な位置に調整されていることを特徴とする請求項2記載のスイッチドリラクタンスモータの制御装置。

【請求項4】 前記制御手段は、前記エンコーダが原点信号を出力する毎に前記計数手段の計数値をリセットして前記計数手段に新たに計数を開始させ、前記原点信号が出力される毎に、前記計数手段の新たな計数値及び前記エンコーダの分解能に基づいて前記励磁信号を作成することを特徴とする請求項2または3記載のスイッチドリラクタンスモータの制御装置。

【請求項5】 前記制御手段は、電源が投入された直後に前記計数手段の計数値をリセットして前記計数手段に計数を開始させ、前記複数相の巻線の内何れか1相に通電することにより前記ロータを回転させて、前記ロータが停止するまでに前記計数手段が計数した前記出力信号数及び前記エンコーダの分解能に基づいて前記励磁信号を作成することを特徴とする請求項1記載のスイッチドリラクタンスモータの制御装置。

【請求項6】 前記制御手段は、電源が投入された直後に前記複数相の巻線の内何れか1相に通電することにより前記ロータを所定回転位置で停止させ、その状態において前記計数手段の計数値をリセットして前記出力信号手段に計数を開始させ、前記計数手段が計数した前記出力信号数及び前記エンコーダの分解能に基づいて前記励磁信号を作成することを特徴とする請求項1記載のスイ

ッチドリラクタンスモータの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ロータの回転位置に応じて複数相の巻線に流れる電流を切替えることにより駆動されるスイッチドリラクタンスモータを制御する、スイッチドリラクタンスモータの制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、工作制御用のサーボモータとしてスイッチドリラクタンスモータ（以下、SRモータと称す）が用いられている。例えば、4相6極のSRモータを駆動する場合には、図6に示すように、工作制御を行うために要する詳細な回転位置情報（図6（a）、

（d）、（e）参照）をエンコーダによって得ると共に、ロータの所定の回転位置を検出するように取付けられた磁極センサが出力する位相の異なる検出信号A、B（図6（b）、（c）参照）を得るようになってい

【0003】そして、各相巻線の通電を制御する制御回路は、上記検出信号A、Bに基づき各相巻線の通電位相角を示す励磁信号φ1～φ4（図6（f）～（i）参照）を得ると、これらの励磁信号φ1～φ4に基づいて各相巻線の通電タイミングを切替えることによりSRモータの駆動を行っていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このように磁極センサによってSRモータの回転を検出するには、回転検出用の磁性材料製歯車をSRモータの回転軸に設けねばならず、そのためのスペースをSRモータ内部に確保する必要があつて、装置全体の大形化の原因となる。

【0005】また、磁極センサが出力する磁極信号（図6の例では、検出信号A、B）の精度や、或いは、SRモータの相数に応じた磁極信号の位相差設定の精度が、SRモータの効率や正転、反転の出力特性のバランスに影響し、特性の安定したSRモータを製造することが難しい等の問題が生じていた。加えて、磁極センサは高価であり、コストが上昇してしまうという問題もあつた。

【0006】本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、スイッチドリラクタンスモータの駆動に必要な励磁信号を磁極センサを用いることなく作成し得て、全体の小形化を実現できると共に、安定した制御特性を得ることが可能になる等の効果を奏するスイッチドリラクタンスモータの制御装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1記載のスイッチドリラクタンスモータの制御装置は、ロータの回転位置に応じて複数相の巻線に流れる電流を切替えることにより駆動されるスイッチド

ラクタンスモータを制御するものにおいて、前記ロータの極数と前記巻線の相数との積以上の分解能を有するエンコーダと、前記エンコーダによって出力されるエンコーダ信号の出力信号数を計数する計数手段と、前記計数手段が計数した前記出力信号数及び前記エンコーダの分解能に基づいて前記複数相の巻線の通電位相角を示す励磁信号を作成し、その励磁信号に応じて各相巻線に流れる電流を切替える制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0008】 斯様に構成すれば、制御手段は、計数手段が計数したエンコーダ信号の出力信号数及びエンコーダの分解能に基づいて作成した励磁信号に応じて、各相巻線に流れる電流を切替えることによりスイッチドリラクタンスモータの駆動制御を行う。従って、従来とは異なり、磁極センサを用いることなく作成した励磁信号によって、スイッチドリラクタンスモータを駆動することができる。

【0009】 この場合、請求項2に記載したように、前記エンコーダを、前記ロータの回転位置の原点信号をも出力する絶対形として、前記制御手段を、前記原点信号が出力されると前記計数手段における前記出力信号の計数値をリセットして前記計数手段に計数を開始させ、前記複数相の巻線に1相ずつ順次通電することにより前記ロータを回転させて、前記原点信号が出力された時点から、前記ロータが停止するまでに前記計数手段が計数した前記出力信号数及び前記エンコーダの分解能に基づいて前記励磁信号を作成するように構成しても良い。斯様に構成すれば、絶対形のエンコーダが出力する原点信号を基準として、励磁信号を的確に作成することができる。

【0010】 また、請求項3に記載したように、前記エンコーダを、前記ロータの回転位置の原点信号を出力する時点が予め特定可能な位置に調整しても良く、斯様に構成すれば、原点信号が検出された時点におけるロータの回転位置を特定することができるので、ソフトウェアの処理負担を軽減することができる。

【0011】 請求項4に記載したように、前記制御手段を、前記エンコーダが原点信号を出力する毎に前記計数手段の計数値をリセットして前記計数手段に新たに計数を開始させ、前記原点信号が出力される毎に、前記計数手段の新たな計数値及び前記エンコーダの分解能に基づいて前記励磁信号を作成する構成としても良い。斯様に構成すれば、ロータが一回転する毎に新たに励磁信号が作成されるので、スイッチドリラクタンスモータの駆動中にノイズが発生するなどした場合でも、励磁信号の作成において含まれる誤差が累積されることがなくなり、スイッチドリラクタンスモータの駆動を確実に行うことができる。

【0012】 請求項5に記載したように、前記制御手段を、電源が投入された直後に前記計数手段の計数値をリ

セットして前記計数手段に計数を開始させ、前記複数相の巻線の内何れか1相に通電することにより前記ロータを回転させ、前記ロータが停止するまでに前記計数手段が計数した前記出力信号数及び前記エンコーダの分解能に基づいて前記励磁信号を作成する構成としても良く、斯様に構成すれば、処理が単純化されてより速く実行されるようになる。

【0013】 また、請求項6に記載したように、前記制御手段を、電源が投入された直後に前記複数相の巻線の内何れか1相に通電することにより前記ロータを所定回転位置で停止させ、その状態において前記計数手段の計数値をリセットして前記出力信号手段に計数を開始させ、前記計数手段が計数した前記出力信号数及び前記エンコーダの分解能に基づいて前記励磁信号を作成する構成としても良く、斯様に構成した場合でも、請求項5と同様の効果が得られる。

【0014】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の一実施例について図1乃至図5を参照して説明する。図4は、4相6極のSRモータ1の構造を原理的に示す断面図である。SRモータ1は、内周部に8個の歯を有するステータ2と、外周部に6個の歯を有するロータ3とを中心に構成されている。1相分の巻線は、ステータ2の180度対向している歯に巻かれている（図4では、φ1相の巻線4のみ図示する）。

【0015】 SRモータ1を回転させる場合の原理について図5を参照して簡単に述べると、各相の巻線に対して、予め決められた相順、例えば、φ1→φ2→φ3→φ4→φ1→…に従って、前後の相間で通電位相角を15度（機械角）ずつオーバーラップさせながらステップ的に通電することにより2相励磁を行うと（図5(a)～(d)参照）、ロータ3は、図5(e)に示すように、CW（時計回り）方向トルクT1～T4を発生してCW方向に回転する。

【0016】 図3は、本発明の電氣的構成を示す機能ブロック図である。SRモータ1内部（ロータ3部分）にはエンコーダ5が設けられており、エンコーダ5が出力するパルス状のA相信号、B相信号及び原点信号は、マイクロコンピュータを中心として構成される励磁決定回路（制御手段）6に与えられるようになっている。

【0017】 励磁決定回路6は、駆動回路7を介してSRモータ1の各相巻線に励磁信号φ1～φ4に基づいて通電を行うようになっている。また、この励磁決定回路6の内部には、エンコーダ5が出力する例えばA相信号をカウント（計数）するアップダウンカウンタであるカウンタ6a（計数手段）が内蔵されている。以上が制御装置を構成している。

【0018】 次に、本実施例の作用について図1及び図2をも参照して説明する。図1は、制御装置に電源が投入されてからSRモータ1を駆動するまでの、各信号の

状態を示すタイムチャートである。電源が投入されると、励磁決定回路6は、SRモータ1の各相巻線に対して、 $\phi 1 \rightarrow \phi 2 \rightarrow \phi 3 \rightarrow \phi 4 \rightarrow \phi 1 \rightarrow \dots$ の順で順次通電を行うことにより1相励磁を行う(図1(a)~(d)参照)。すると、SRモータ1のロータ3は、図4に示すように、各相が励磁される毎に、ステータ2の励磁された相の歯及びロータ3の歯の中心が一致する角度、即ちアラインメント(磁気抵抗が最小となる位置)で停止する。この時のトルクの発生状態を示す図2においては、各相のアラインメントをA1~A4で示している。

【0019】そして、例えば $\phi 1$ 相を励磁している時に、エンコーダ5から原点信号が出力されたとする(図1(e)参照)。すると、励磁決定回路6は、その時点で内部のカウント6aをリセットして、エンコーダ5が出力するA相信号(図1(f)参照)の出力信号数のカウントを開始させる。また、励磁決定回路6は、 $\phi 1$ 相を励磁し続けて、SRモータ1のロータ3の回転をアラインメントA1において停止させる。

【0020】ここで、エンコーダ5から原点信号が出力された時点からロータ3の回転がアラインメントA1で停止した時点までのカウント6aの計数値がnであるとすると、その計数値nが、回転の原点位置からアラインメントA1までの回転位置に対応する値となる。また、励磁決定回路6は、A相信号及びB相信号の入力タイミングを参照することにより、ロータ3の回転方向が正転か逆転かを知ることができる(この場合、CW方向を正転とする)。

【0021】その後、外部よりSRモータ1のSTART信号(正転)が入力されたとする。その時点でロータ3の回転位置はアラインメントA1(計数値n)であり、図5に示すように2相励磁によりSRモータ1を駆動させるには、励磁決定回路6は、カウント6aの計数値が

$$n + k \cdot m / 24 \quad \dots (1)$$

に達する毎に励磁する相を切替えるように励磁信号 $\phi 1 \sim \phi 4$ を作成し、これらの励磁信号 $\phi 1 \sim \phi 4$ に従って、各相巻線に対する通電切替えを行う(この場合 $\phi 2$ から開始して、 $\phi 2 \rightarrow \phi 3 \rightarrow \phi 4 \rightarrow \phi 1 \rightarrow \dots$)。

【0022】ここで、mはロータ3が1回転する間にエンコーダ5から出力されるA相信号若しくはB相信号の出力信号数、即ちエンコーダ5の分解能であり、 $k=1 \sim 23$ 、 $n < m/24$ である。尚、分母の“24”は、SRモータ1の相数“4”と極数“6”との積であり、図6を参照しても分かるように、相数“4”、極数“6”であれば、ロータ3が1回転する毎に2相励磁の励磁信号 $\phi 1 \sim \phi 4$ が変化する回数は“24”となるのに対応している。即ち、 $m/24$ は、2相励磁を行う場合の励磁(通電)切替えタイミングに対応するエンコーダ5のA相信号の計数値である。

【0023】また、励磁決定回路6は、以降はエンコー

ダ5の原点信号が入力される毎にカウント6aの計数値をリセットして新たに出力信号数のカウントを行わせ、

(1)式に基づいて励磁信号を作成する。斯様にすることによって、SRモータ1の駆動中にエンコーダ5のA相信号にノイズが乗る等してカウント6aによる計数に誤りが生じて、その誤りの影響は、次の回転周期にまで及ぶことがない。

【0024】以上のように本実施例によれば、励磁決定回路6は、電源が投入されるとSRモータ1の各相巻線に1相ずつ順次通電して、エンコーダ5の原点信号が入力されてからロータ3の回転が停止するまでにカウント6aによりカウントされたエンコーダ5のA相信号の出力信号数nを得て、その出力信号数nとエンコーダ5の分解能mとに基づいて励磁信号 $\phi 1 \sim \phi 4$ を作成するようにした。

【0025】従って、従来とは異なり、ロータ3に磁極センサを設けることなく励磁信号 $\phi 1 \sim \phi 4$ を作成することが可能となり、全体を小形且つ低価格で構成できると共に信号線の配線数をも削減できる。また、エンコーダ5が出力するA相信号若しくはB相信号は、従来用いていた磁極センサの検出信号よりも分解能が著しく高いので、SRモータ1の効率や正転、反転の出力特性のバランスをより良くすることができ、SRモータ1の特性をより安定したものとするができる。加えて、エンコーダ信号が出力する原点信号に基づいて、励磁信号を的確に作成することができる。

【0026】更に、本実施例によれば、励磁決定回路6は、エンコーダ5の原点信号が入力される毎にカウント6aの計数値をリセットして新たにA相信号の出力信号数をカウントさせることにより(1)式に基づき励磁信号を作成するので、SRモータ1の駆動中にエンコーダ5のA相信号にノイズが乗る等しても、その影響は次の回転周期にまで及ぶことがなく、より確実な駆動制御を行うことができる。

【0027】本発明は上記し且つ図面に記載した実施例にのみ限定されるものではなく、次のような変形または拡張が可能である。逆転のSTART信号が与えられたときには、(1)式に代えて以下に示す(2)式を用いれば良い。

$$n - k \cdot m / 24 \quad \dots (2)$$

エンコーダ5の原点信号が入力される毎にカウント6aの計数値をリセットする代わりに、電源投入時にnを求めた後は、カウント6aの計数値がエンコーダ5の分解能mに達した時点で計数値をリセットするようにしても良い。

【0028】エンコーダ5をSRモータ1に取付ける場合に、原点信号が出力される時点がロータ3の回転位置に対して予め特定可能となる位置に調整しても良い。例えば、 $\phi 1$ 相のアラインメントA1において原点信号が出力されるようにすれば、(1)式において $n=0$ とな

り n を求める必要がなくなるので、励磁決定回路6のソフトウェアの処理負担を軽減でき、励磁信号の作成をより容易に行うことができる。

【0029】また、原点信号を参照する代りに、電源が投入された直後にカウンタ6aの計数値をリセットすることによりそこをロータ3の回転位置の原点として、最初に何れかの1相を励磁した時点でロータ3が回転し停止したアラインメントまでのA相信号の計数値を n とすれば良い。斯様にすれば、エンコーダ5から原点信号が出力されるまで1相ずつ順次励磁を行う必要がなく、制御を簡単にして処理をより速くすることができる。

【0030】更に、電源が投入された直後に、制御手段が何れかの1相を励磁することによりロータ3が回転し停止したアラインメント（所定回転位置）においてカウンタ6aの計数値をリセットするようにして、そこをロータ3の回転位置の原点としても良い。カウンタ6aによってB相信号の出力信号数をカウントしても良い。SRモータの相数及び極数は、4相6極に限ること無く適宜変更して良い。この場合、(1)式第2項の分母は相数と極数との積に設定し、係数 k は前記積から1を減じた値までに設定すれば良い。

【0031】

【発明の効果】本発明は以上説明した通りであるので、以下の効果を奏する。請求項1記載のスイッチドリラクタンスモータの制御装置によれば、制御手段は、計数手段が計数したエンコーダ信号の出力信号数及びエンコーダの分解能に基づいて、スイッチドリラクタンスモータの複数相の巻線の通電位相角を示す励磁信号を作成し、その励磁信号に応じて各相巻線に流れる電流を切替えるので、従来とは異なり、磁極センサを用いること無く励磁信号を作成し得てスイッチドリラクタンスモータを駆動することができ、全体を小形且つ低価格に構成できると共に、安定した制御特性をも得ることができる。

【0032】請求項2記載のスイッチドリラクタンスモータの制御装置によれば、制御手段は、複数相の巻線に1相ずつ順次通電することによりロータを回転させ、エンコーダの原点信号が出力された時点から、ロータが停止するまでに計数手段が計数した出力信号数及びエンコーダの分解能に基づいて励磁信号を作成するので、絶対形のエンコーダが出力する原点信号を基準として、励磁信号を的確に作成することができる。

【0033】請求項3記載のスイッチドリラクタンスモ

ータの制御装置によれば、エンコーダを、ロータの回転位置の原点信号を出力する時点が予め特定可能な位置に調整したので、原点信号が検出された時点におけるロータの回転位置を特定することができ、励磁信号の作成をより容易に行うことができる。

【0034】請求項4記載のスイッチドリラクタンスモータの制御装置によれば、制御手段は、エンコーダの原点信号が出力される毎に、計数手段の新たな計数値及び前記エンコーダの分解能に基づいて励磁信号を作成するようにしたので、スイッチドリラクタンスモータの駆動を確実に行うことができる。

【0035】請求項5記載のスイッチドリラクタンスモータの制御装置によれば、制御手段は、電源が投入された直後に計数手段の計数値をリセットし、複数相の巻線の内何れか1相に通電することによりロータを回転させてロータが停止するまでに計数手段が計数した出力信号数及びエンコーダの分解能に基づいて励磁信号を作成するので、処理をより速く行うことができる。

【0036】請求項6記載のスイッチドリラクタンスモータの制御装置によれば、制御手段は、電源が投入された直後に複数相の巻線の内何れか1相に通電することによりロータを所定回転位置で停止させ、その状態において計数手段の計数値をリセットして出力信号数に計数を開始させ、前記計数手段が計数した前記出力信号数及び前記エンコーダの分解能に基づいて前記励磁信号を作成するので、請求項5と同様の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す、スイッチドリラクタンスモータを駆動する場合の各信号波形を示すタイムチャート

【図2】電源投入時から1相励磁によりロータを回転させる場合の励磁信号とトルクとの関係を示す図

【図3】電気的構成を示す機能ブロック図

【図4】4相6極のスイッチドリラクタンスモータの構造を原理的に示す断面図

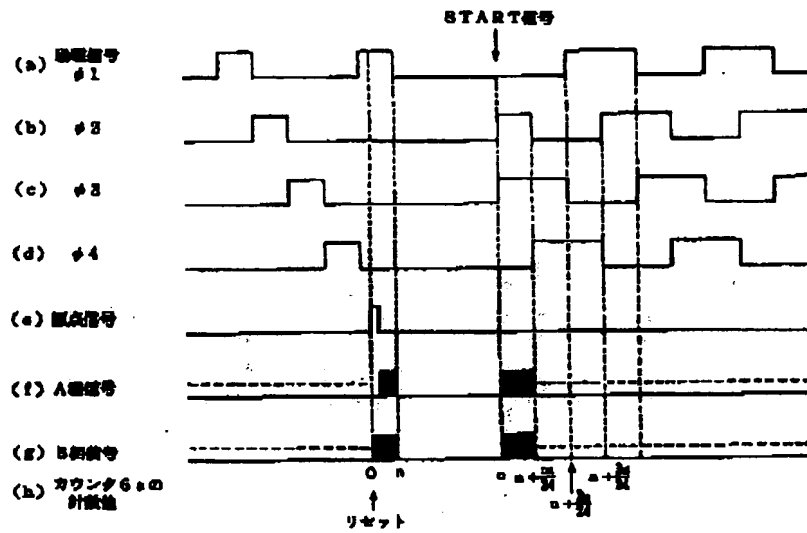
【図5】2相励磁によりロータを回転させる場合の図2相当図

【図6】従来技術を示す図1相当図

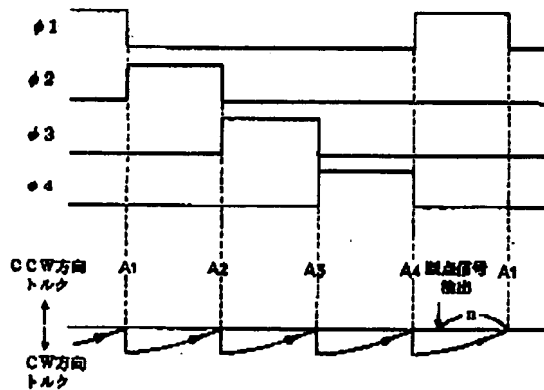
【符号の説明】

1はスイッチドリラクタンスモータ、3ロータ、4は巻線、5はエンコーダ、6は励磁決定回路（制御手段）、6aはカウンタ（計数手段）を示す。

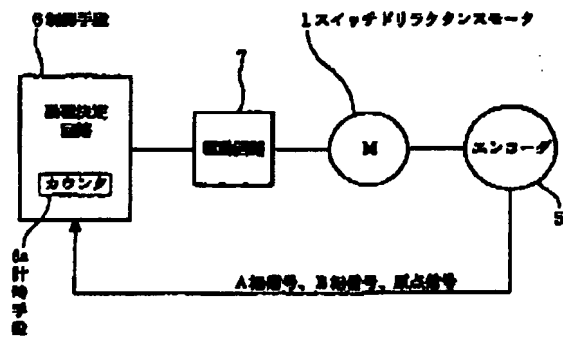
【図1】



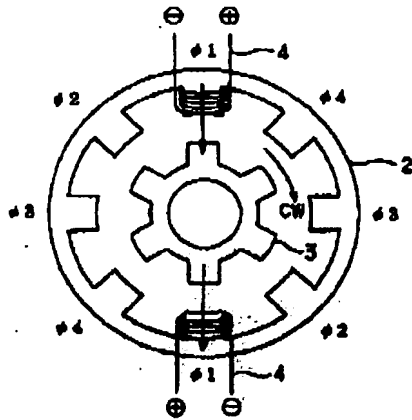
【図2】



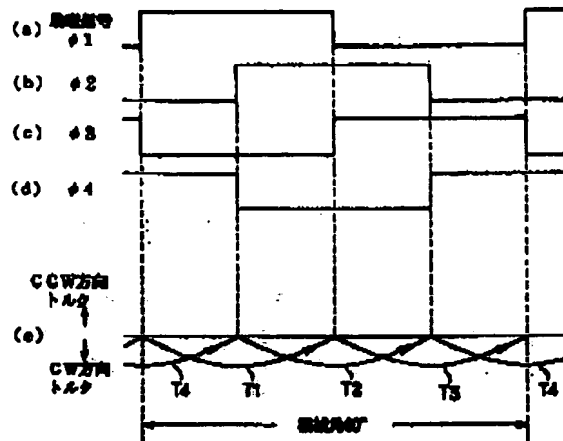
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

